

**PENGARUH KESADAHAN TERHADAP BIODIVERSITAS  
MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI MARON KABUPATEN PACITAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

**Oleh:**

**ILYAS AYUB ARISENO**

**E 100 140 181**

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI  
FAKULTAS GEOGRAFI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH KESADAHAN TERHADAP BIODIVERSITAS  
MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI MARON KABUPATEN  
PACITAN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:



**ILYAS AYUB ARISENO**

**E 100 140 181**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Dra. Alif Noor Anna M.Si**

**NIK. 0007036301**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGARUH KESADAHAN TERHADAP BIODIVERSITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI MARON KABUPATEN PACITAN

OLEH  
ILYAS AYUB ARISENO

E100140181

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Fakultas Geografi  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Selasa, 27 Agustus 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dra. Alif Noor Anna, M.Si.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Dr. Kuswaji Dwi Priyono M.Si.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Drs. Suharjo, M.S.

(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



Drs. Yuli Priyana M.Si

NIK. 0620076301

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Agustus 2019

Penulis

  
**ILYAS AYUB/ARISENO**  
E100140181

# PENGARUH KESADAHAN TERHADAP BIODIVERSITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI MARON KABUPATEN PACITAN

## Abstrak

Sungai Maron merupakan salah satu kawasan wisata susur sungai yang berada di kawasan karst. Aktivitas pariwisata dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan. Kualitas lingkungan perairan salah satunya dapat diketahui melalui biodiversitas makrozoobentos yang terkandung di dalamnya. Selain itu, karakteristik karst dengan kadar kesadahan tinggi dapat mempengaruhi sintas organisme benthik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesadahan di Sungai Maron; menganalisis biodiversitas makrozoobentos; dan menganalisis hubungan kesadahan dan makrozoobentos. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *survey* dan eksperimen laboratorium untuk mengetahui kualitas lingkungan perairan dan biodiversitas makrozoobentos. Pengambilan sampel menggunakan pendekatan *purposive* berdasarkan jenis penggunaan lahan yang ada di sekitar sungai Maron. Eksperimen laboratorium yang digunakan untuk menguji kesadahan adalah metode titrimetri sedangkan identifikasi makrozoobentos dilakukan untuk menentukan indeks keanekaragaman, keseragaman, kelimpahan, dan dominansi. Hasil penelitian menunjukkan nilai kesadahan total dari lokasi 1 (permukiman), lokasi 2 (pertemuan sungai) lokasi 3 (tegalan dan hutan), lokasi 4 (*meander*), dan lokasi 5 (tambak dan pesisir) memiliki rentang antara 516-2800 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Kesadahan Ca memiliki rentang dari lokasi 1-5 pengambilan sampel yaitu 60,8-398,6 mg  $\text{Ca/L}$ , sedangkan Kesadahan Mg memiliki rentang antara 45,7-552,1 mg  $\text{Mg/L}$ . Kadar Ion  $\text{Ca}^{2+}$  memiliki rentang antara 24,32-159,44 mg/L dan Ion  $\text{Mg}^{2+}$  11,1-134,16 mg/L. Makrozoobentos yang ditemukan di seluruh titik memiliki taksonomi dengan jenis *Clea helena*, *Filopaludina javanica*, *Melanoides tuberculata*, dan *Clithon corona*, *Corbicula javanica*, *Karstarma malang*, dan *Palaemon javanicus*. Terdapat hubungan yang positif antara kesadahan dan biodiversitas makrozoobentos. Pengaruh tersebut dapat disebabkan oleh faktor morfologi dan geologi daerah penelitian.

**Kata Kunci:** Sungai Maron, Kesadahan, Makrozoobentos.

## Abstract

Maron River is one of the recreational areas that offers exploration of the riverside in karst region. Tourism activities can affect the quality of the aquatic environment. One of the quality of the aquatic environment can be determined through the macrozoobenthos biodiversity contained in it. In addition, the characteristics of karst with high hardness levels can affect the survival of benthic organisms. This research was aimed to analyze the hardness level in Sungai Maron; analyze biodiversity of macrozoobenthos; and analyze the effect of hardness to benthos. This research was conducted with survey and laboratory experiments to evaluate the water environment quality and macrozoobenthos biodiversity. Purposive sampling approach was employed according to land use around the Maron River. Laboratory experiment to measure the hardness was done with titrimetric method while macrozoobenthos identification was carried out to determine biodiversity index, uniformity index, abundance index, and domination index. The results showed total hardness values from location 1 (settlement), location 2 (confluence of rivers) location 3 (drylands and forests), location 4 (meanders), and location 5 (ponds and coastal areas) were in the range of 516-3264 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Calcium hardness has a range from 60.8-398.6 mg  $\text{Ca/L}$  and Magnesium hardness has a range between 45.7-552.1 mg  $\text{Mg/L}$ . Ion value of  $\text{Ca}^{2+}$  has a range between 24.32-159.44 mg/L and Ion  $\text{Mg}^{2+}$  11.1-134.16 mg/L. Macrozoobenthos taxonomy identified in all of the sampling

points were of species *Clea helena*, *Filopaludina javanica*, *Melanoides tuberculata*, *Clithon corona*, *Corbicula javanica*, *Karstarma malang*, dan *Palaemon javanicus*. There is a positive relationship between hardness and macrozoobenthos biodiversity. The influence can be caused by morphological and geological factors in the study area.

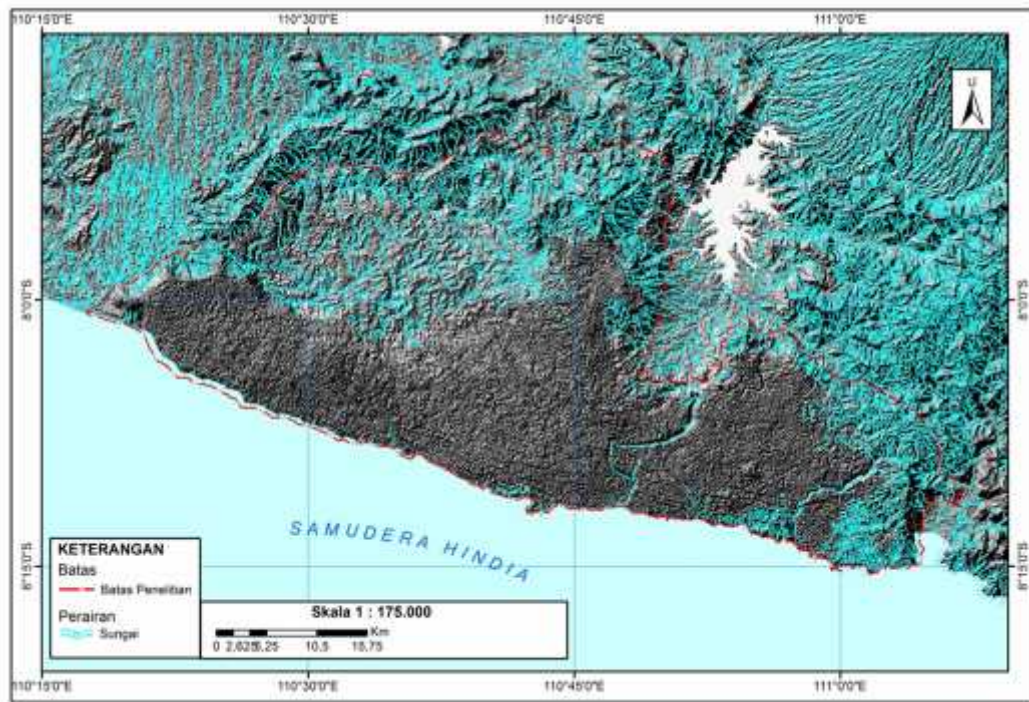
**Keywords:** Maron River, Hardness, Macrozoobenthos.

## 1. PENDAHULUAN

Karst merupakan salah satu keanekaragaman lahan yang terbentuk dari batuan gamping oleh air. Sebab itu karst adalah bentuk lahan dengan karakter solusional. Dalam hal ini batu gamping secara alami mengalami pelarutan (karstifikasi) (Samodra, 2006). Ciri kawasan karst lebih terlihat pada daerah dengan kandungan batu gamping  $\text{CaCO}_3$ /mineral dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  yang terkekarkan. Celah-celah dalam kekar berfungsi sebagai media gerak air di dalam batuan, sehingga proses pelarutan terjadi lebih cepat. Pelarutan batu gamping dapat menyebabkan penambahan konsentrasi alkalinitas dan kadar kapur dalam air, sehingga air tersebut menjadi sadah.

Ekosistem perairan tawar mencakup air permukaan (sungai dan danau) dan air tanah. Berdasarkan siklus hidrologi, air tanah terjadi sebagai hasil dari proses infiltrasi air permukaan. Air permukaan bersumber dari air hujan atau mata air yang menggenang di permukaan. Pada daerah karst, kondisi ini tidak terjadi karena air langsung meresap ke dalam tanah. Oleh sebab itu, kajian ekosistem air permukaan di daerah karst terbatas. Ekosistem karst menarik untuk dikaji, karena secara visual memiliki kenampakan gersang dengan geomorfologi kawasan yang berbeda dari ekosistem akuatik lainnya. Perbedaan geomorfologi ini disebabkan oleh penyusunnya; ekosistem Karst berkarakter solusional akibat dari adanya pelarutan karbonat.

Kawasan karst di Selatan Jawa terletak pada tiga kabupaten di tiga provinsi, yaitu: Pacitan (Jawa Timur), Wonogiri (Jawa Tengah), dan Gunung Kidul (Daerah Istimewa Yogyakarta, DIY). Berdasarkan analisis dan interpretasi citra (Gambar 1), tidak banyak sumber air permukaan yang nampak jelas khususnya aliran sungai, namun terdapat telaga-telaga kecil yang berasal dari dolin. Aliran air permukaan (sungai) yang terlihat hanya berada di kawasan yang menjadi tempat wisata, yaitu Sungai Maron. Kawasan ini berada pada zona yang hampir mendekati pesisir. Aliran Sungai Maron melewati Desa Dersono, Kecamatan Pringkuku, Kabupaten Pacitan, dan menuju hilir di Pantai Ngibroboyo. Sungai Maron dimanfaatkan oleh pemerintah Kabupaten Pacitan bersama dengan masyarakat setempat dijadikan sebagai kawasan wisata eksploratif yang menawarkan penyusuran sungai beserta keunikan di dalamnya. Sungai Maron memiliki fisiologi sungai yang lebar. Aktivitas pariwisata dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan. Kualitas lingkungan perairan salah satunya dapat diketahui melalui biodiversitas makrozoobentos yang terkandung di dalamnya. Selain itu, karakteristik karst dengan kadar kesadahan tinggi dapat mempengaruhi sintas organisme benthik.



Gambar 1. *Digital Elevation Model (DEM) Pegunungan Sewu*

Penelitian ini mengkaji ekosistem di Sungai Maron yang aliran airnya melalui daerah karst, untuk mengetahui interaksi antara faktor abiotik (kesadahan) dengan faktor biotik (bentos). Kadar kesadahan diketahui melalui pengujian pembentukan senyawa kompleks, sedangkan faktor biotik dipelajari dengan menggunakan makrozoobentos sebagai bioindikator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar kesadahan, profil makrozoobentos, dan menganalisis hubungan antara nilai kesadahan dengan biodiversitas makrozoobentos. Penelitian ini juga berguna untuk pendataan keanekaragaman hayati di kawasan karst khususnya pada ekosistem air permukaan.

## 2. METODE

### 2.1 Survey dan Pengambilan Sampel

Metode penelitian ini adalah *survey* dan eksperimen laboratorium. *Survey* tersebut berupa *survey* terhadap kualitas perairan yang ditinjau dari keanekaragaman makrozoobentos dan kesadahan. Eksperimen laboratorium berupa pengujian secara langsung di laboratorium terhadap parameter pengujian kesadahan dan biodiversitas makrozoobentos. Eksperimen dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Air Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta selama 1 bulan (15 Agustus 2018-15 September 2018). Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan penggunaan lahan dengan sampel sebanyak lima (Gambar 2 Lokasi Pengambilan Sampel). Sampel air yang telah didapatkan kemudian diawetkan dalam lemari pendingin bersuhu 4°C, sedangkan sampel makrozoobentos diawetkan dalam larutan formaldehida 4%. Parameter fisik yaitu suhu, warna, dan EC (elektrokoduktivitas) diukur

langsung di lapangan. Alat yang digunakan untuk mengambil sampel air adalah *Van Dorn Sampler*, sedangkan sampel bentos adalah *Eckman Grab*.

Tabel 1. Lokasi Penelitian

Kode Lokasi	Deskripsi Lokasi
1	Permukiman Desa Dersono
2	Pertemuan antara sungai induk dengan aliran sungai kecil
3	Area tegalan dan hutan
4	Aliran sungai melalui tebing karst
5	Lokasi tambak udang

*Sumber: Data Priner, 2018*

## 2.2 Analisis Sampel

### 2.2.1 Analisis Fisiko-Kimia

Pengujian kesadahan menggunakan metode titrasi kompleksometri (SNI 06-6989.12-2004). Parameter analisis kesadahan adalah kesadahan total ( $\text{CaCO}_3$ ), kesadahan Ca (Kalsium), kesadahan Mg (Magnesium), ion  $\text{Ca}^{2+}$ , dan ion  $\text{Mg}^{2+}$ . Alat dan bahan yang digunakan dalam prosedur titrasi adalah seperangkat alat titrasi, Larutan *Buffer*  $\text{NH}_4\text{OH-NH}_4\text{Cl}$  pH  $10 \pm 0.1$ , NaCN, Indikator EBT (*Eriochrome Black T*), Indikator Mureksid, dan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ .

### 2.2.2 Analisis Biologi

Hasil pengambilan menggunakan *Eckman Grab* didapatkan sedimen dasar perairan. Sampel sedimen kemudian dikeringanginkan selama 2 hari. Sampel kemudian di-oven selama 1 hari dengan durasi 4 jam selama 4 kali. Sedimen yang sudah kering kemudian diayak menggunakan *Electric Sieve Shaker* dalam saringan bertingkat ukuran 0,075-2,00 mm. Masing-masing tingkat saringan kemudian ditaruh dalam wadah dan dilakukan penyortiran bentos. Bentos yang didapatkan kemudian dicuci dan diawetkan dalam botol steril berisi Larutan Formaldehida 4%. Sampel yang sudah diawetkan diidentifikasi menggunakan acuan dari Ecoton (2013), Isnaningsih & Listiawan (2010), Hardy (2012), WoRMS (2010). Identifikasi makrozoobentos dilakukan berdasarkan takson Kelas, Famili, dan Spesies. Hasil identifikasi kemudian dihitung berdasarkan indeks biotiknya yaitu indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ), indeks kemerataan (E), dan indeks dominansi). Pengaruh kesadahan terhadap makrozoobentos digunakan uji regresi linier. Perhitungan regresi linier melibatkan 3 variabel independen yaitu kesadahan total, Ca (Kalsium), dan Mg (Magnesium) terhadap variabel dependen yaitu makrozoobentos. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 90%. Hasil hitung dimasukkan ke dalam grafik regresi linier.





Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel di Sungai Maron Kabupaten Pacitan

*Sumber: Data Primer, 2018*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakter Fisika Air di Sungai Maron

Tabel 2. Nilai EC dan Suhu di Sungai Maron

No	Lokasi	Suhu (°C)	Elektrokonduktivitas (EC) (mS/cm)	Tampilan Warna Aliran Sungai	Rasa
1	Permukiman Desa Dersono	26	439	Jernih ke dasar	Tawar
2	Pertemuan antara sungai induk dengan aliran sungai kecil	26	585	<i>Biru langit</i>	Tawar
3	Area tegalan dan hutan	26	1269	<i>Hijau pepohonan</i>	Tawar
4	Aliran sungai melalui tebing karst	25	1329	<i>Hijau pepohonan (lebih gelap)</i>	Kapur
5	Lokasi tambak udang	26	2255	<i>Coklat lumpur</i>	Payau

*Sumber: Data Primer, 2018*

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian, waktu dalam hari, sirkulasi udara, tutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air (Effendi, 2003). Suhu air terukur pada saat dilakukan *sampling* berkisar antara 25-26°C. Lokasi 1-3 (permukiman, pertemuan aliran, dan hutan) secara berurutan berada di daerah permukiman, pertemuan anak sungai (mata air) dengan sungai induk, dan tegalan serta hutan. Kondisi di 3 lokasi pada saat itu cuaca mendung dan tidak terpapar ke sinar matahari secara langsung, karena daerah tersebut berada di lembah, di antara 2 bukit yang tinggi, sehingga tidak banyak cahaya yang masuk. Kondisi lokasi yang rindang (terutama lokasi 2 & 3) juga menjadi penghalang masuknya cahaya ke permukaan air. Lokasi 4 (tebing) berada di aliran *meander* yang melewati tebing karst, saat itu pengambilan tepat di bawah tebing dan di sebelah pohon yang tumbuh di sekitar tempat pengambilan lokasi. Oleh sebab itu, suhu yang terukur sedikit lebih rendah dari pada lokasi yang lain meskipun pada waktu pengambilan lokasi 4 cuacanya sudah menjadi cerah. Suhu air secara langsung dapat dipengaruhi oleh suhu udara (Giller & Malmquist, 1998; Effendi, 2003). Lokasi 5 (tambak) berada di daerah pantai dan tambak yang lokasinya tidak tertutup oleh vegetasi dan tebing. Oleh sebab itu dapat diantisipasi bahwa suhu air kembali naik. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa suhu air selama pengukuran relatif konstan dan kondisi cuaca tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap kondisi lokasi

yang diambil.

Pengambilan lokasi dilakukan di pagi hari yaitu saat aktivitas wisata baru dimulai. Kenaikan nilai EC tinggi terjadi pada lokasi 3 (hutan) dan 5 (tambak), mengindikasikan bahwa perjalanan badan air dari lokasi 2 ke 3 dan 4 ke 5 memberikan kontribusi tinggi. Antara lokasi 2 dan 3 adalah daerah hutan dan tegalan sesudah masuknya debit air dari mata air baru sedangkan antara lokasi 4 dan 5 adalah daerah tebing karst. Nampak bahwa kedua daerah tersebut adalah lokasi dengan aktivitas manusia yang paling sedikit.

Warna aliran sungai di lokasi 1 (permukiman) jernih, karena debit aliran kecil dan kondisi aliran sungai dangkal membuat benda-benda yang ada di bawah air nampak jelas. Warna aliran sungai di lokasi 2 (pertemuan aliran) adalah biru langit yang mengindikasikan daerah terbuka sedangkan pada lokasi 3 (hutan dan tegalan) berwarna hijau pepohonan, karena adanya pantulan dari lingkungan daerah aliran sungai yang sudah mulai padat dengan pepohonan. Pada lokasi 4 (tebing), aliran sungai melalui daerah hutan dengan tebing karst, sehingga warna air yang terlihat adalah warna hijau yang lebih gelap. Lokasi 5 (tambak) mendekati daerah delta dimana terjadi akumulasi lumpur dan tanah yang terbawa oleh aliran sungai berwarna coklat.

Rasa air pada lokasi 2 dinilai tawar dibandingkan dengan lokasi 4 karena lokasi 2 hasil gabungan dari air sungai induk dan mata air, artinya lokasi 4 memiliki rasa kapur karena berada di tebing kapur, sedangkan mata air (yang dianggap juga memiliki rasa air kapur) bergabung dengan sungai induk yang rasa tawar menyebabkan perairan tetap berasa tawar. Lokasi 5 memiliki rasa payau karena lokasinya yang berada di hilir sungai dan pertemuan dengan air laut.

### 3.2 Karakter Kimia Air (Kesadahan) di Sungai Maron

Parameter kimia yang diteliti untuk mengetahui karakteristik karst Sungai Maron adalah kesadahan (sementara). Pengujian kesadahan sementara pada penelitian ini dibagi dalam 3 sub-parameter yaitu kesadahan total ( $\text{CaCO}_3$ ), kesadahan kalsium (Ca), dan kesadahan magnesium (Mg).

Tabel 3 Hasil Uji Kesadahan di Laboratorium.

No	Lokasi	Kesadahan			Kadar Ion		Kategori Kesadahan Total ( <i>Simple Water Team, 2018</i> )
		Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	Ca (mg $\text{Ca}/\text{L}$ )	Mg (mg $\text{Mg}/\text{L}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ (mg/L)	$\text{Mg}^{2+}$ (mg/L)	
1	Permukiman Desa Dersono	516	131,2	45,684	52.48	11.1	Luar Biasa Sadah
2	Pertemuan antara sungai induk dengan aliran sungai kecil	960	60,8	196,344	24.32	47.47	Luar Biasa Sadah
3	Area tegalan dan hutan	1368	296	152,604	118.4	37.08	Luar Biasa Sadah
4	Aliran sungai melalui tebing karst	3264	398,6	552,096	159.44	134.16	Luar Biasa Sadah
5	Lokasi tambak udang	2800	278,4	511,272	111.36	124.24	Luar Biasa Sadah

Sumber: Data Primer, 2018

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian kesadahan di laboratorium. Eksperimen yang langsung dilakukan di laboratorium adalah Kesadahan Total dan Kesadahan Kalsium (Ca). Selain itu, didapatkan hasil perhitungan dari uji kesadahan sementara. Grafik Kesadahan Total menunjukkan *trend* naik seiring menuju ke arah hilir. Lokasi 1 merupakan dimulainya aliran sungai baru, karena bagian hulu yang kering. Selain itu, debit aliran yang kecil, kedalaman yang dangkal, dan adanya ikatan ion logam dan non-logam membuat kadar kesadahan rendah. Kadar kesadahan rendah di lokasi 1 kemudian ditambahkan dengan kadar kesadahan di lokasi 2 dari mata air. Lokasi 3 semakin bertambah disebabkan oleh adanya reaksi pengikatan ion logam dari tanah berlempung di tepi dan dasar sungai. Lokasi 4 semakin tinggi dan paling tinggi, karena *meander* mengakumulasi kadar kesadahan melintasi tebing karst. Hal ini mengakibatkan air berikatan dengan ion logam dari tebing karst menjadikan kadar kesadahan yang tinggi. Lokasi 5 dapat menjadi tinggi dari lokasi 4, namun interaksi dengan air laut mengakibatkan pertukaran ion logam air tawar (kapur) dengan ion logam air

laut, sehingga kadar kesadahan menjadi lebih rendah. Perairan dengan kadar kesadahan tinggi umumnya berada di wilayah yang memiliki lapisan tanah & batuan karst (Effendi, 2003), seperti yang terdapat di kawasan Sungai Maron.

Geomorfologi menggambarkan bentuk lahan dan batuan penyusun bentuk lahan di lokasi penelitian. Geomorfologi daerah penelitian direpresentasikan dalam zona topografi. Setiap zona memiliki batuan dan unsur utama penyusun batuan tersebut. Zona topografi dibagi 2 jenis di lokasi penelitian yaitu topografi karst dan topografi non-karst/alluvial (Gambar 4). Topografi karst dicirikan berbentuk bukit kerucut (uvala) yang banyak (*gunung sewu*). Topografi non-karst/alluvial dicirikan daerah yang landai dan berbukit memanjang/pegunungan. Umumnya topografi karst memiliki unsur utama batuan Ca, sedangkan topografi non-karst memiliki unsur utama batuan Mg-Mn-Fe.

Lokasi 1 memiliki kadar Ca yang lebih banyak dari Mg, karena masuk ke dalam zona topografi karst. Lokasi 2 merupakan mata air yang muncul dari topografi alluvial, sehingga kadar Mg lebih banyak. Lokasi 3 & 4 lebih didominasi oleh kadar Mg. Selain itu, terlihat bahwa lokasi 3 kadar Mg mengalami penurunan disebabkan oleh adanya transisi topografi (non-karst ke karst) yang mengakibatkan perubahan dominansi unsur. Nampaknya, perubahan yang muncul pada tiap lokasi disebabkan oleh adanya transisi topografi dari karst ke non-karst, maupun sebaliknya. Hal ini mengingat pada lokasi 5 pun juga mengalami transisi topografi dan unsur dengan air laut.

Sementara itu, indikasi lain yang terlihat adalah adanya tumbuhan yang berinteraksi langsung dengan air. Air yang berinteraksi langsung dengan tumbuhan lebih banyak mengandung kadar Ca daripada Mg. Unsur Ca banyak dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Lingkungan sekitar Sungai Maron mungkin memiliki kondisi yang sama dengan Potasznik & Szymczyk (2015) bahwa konsentrasi Ca & Mg dapat dibentuk oleh berbagai faktor terutama oleh struktur geomorfologi dan geologi daerah tangkapan air, kelas & jenis tanah, kondisi cuaca, *relief*, dan pasokan air (*surface runoff*s dan aliran air tanah). Formasi geologi dan jenis tanah di Sungai Maron diasumsikan memiliki kadar  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  yang berbeda.

### 3.3 Karakter Biologi

Pengukuran parameter biologi dilakukan dengan menghitung jumlah dan keragaman makrozoobentos yang terukur dari lokasi air untuk menggambarkan komponen biotik ekosistem. Data parameter biologi ditampilkan dalam bentuk indeks biodiversitas.

Pengolahan data jumlah individu makrozoobentos dilakukan dengan menghitung indeks biotiknya. Indeks biotik bentos dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 macam yaitu Shannon-Wiener ( $H'$ ), Keragaman Simpson ( $D_i$ ), Kemelimpahan ( $E$ ), Dominansi ( $D$ ). Nilai indeks biotik diwujudkan dalam bilangan desimal. Macam indeks biotik beserta klasifikasinya mengacu pada Fachrul (2007).

Tabel 4. Jumlah Makrozoobentos Berdasarkan Taksonominya.

Lokasi	Jenis	Famili	Jumlah Individu
Permukiman Desa Dersono	<i>Clea helena</i>	Buccinidae	54
	<i>Filopaludina javanica</i>	Viviparidae	1
	<i>Corbicula javanica</i>	Corbiculidae	1
			<b>56</b>
Pertemuan antara sungai induk dengan aliran sungai kecil	<i>Karstarma malang</i>	Parathelphusidae	1
	<i>Clea helena</i>	Buccinidae	2
			<b>3</b>
Area tegalan dan hutan	<i>Clea helena</i>	Buccinidae	71
	<i>Melanoides tuberculata</i>	Thiaridae	10
	<i>Clithon corona</i>	Neritidae	7
			<b>88</b>
<i>Meander</i>	<i>Clea helena</i>	Buccinidae	2
			<b>2</b>
Lokasi tambak udang	<i>Palaemon javanicus</i>	Palaemonidae	1
	<i>Clea helena</i>	Buccinidae	2
			<b>3</b>
<b>Total</b>			<b>152</b>

Sumber: Data Primer, 2018

Secara keseluruhan hasil pengamatan pada kelima lokasi lokasi, jumlah jenis yang diperoleh sebanyak 7 jenis dengan total individu 152 individu dan dikelompokkan ke dalam 3 kelas yaitu Gastropoda, Malakostraka, dan Bivalvia. Kelas Gastropoda merupakan kelas terbanyak jika dibandingkan dengan kelas lainnya dengan jumlah masing-masing 149 individu, 4 famili, dan 8 jenis. Famili dengan spesies terbanyak adalah Famili Buccinidae, Spesies *Clea helena*. Famili Buccinidae mendominasi di seluruh lokasi lokasi.



Gambar 3. Spesies yang ditemukan di Sungai Maron

*Sumber: Dokumentasi Pribadi (a, d, & g), Internet (b, c, e, & f)*

Gambar 2 menggambarkan spesies yang ditemukan di Sungai Maron. Tiga lokasi didokumentasikan secara langsung dan 4 lokasi sisanya disalin dari internet. Empat lokasi yang didapatkan dari internet disebabkan karena lokasi yang telah rusak dan telah terdepigmentasi. Spesies *Clithon corona* yang merupakan dokumentasi pribadi pun juga telah mengalami depigmentasi. Nama umum *Clea helena* adalah keong assassin, *Corbicula javanica* adalah kerang dara, *Filopaludina javanica* adalah tutut jawa, *Melanoides tuberculata* adalah keong terompet, *Karstarma malang* adalah kepiting gua, *Palaemon javanicus* adalah udang windu, dan *Clithon corona* adalah keong tanduk.

Jenis-jenis dari kelas gastropoda banyak dijumpai di seluruh aliran sungai. Namun yang mendominasi terdapat di lokasi 1 & 3 (Gambar 4). Hal ini erat kaitannya dengan faktor habitat hidup. Jumlah individu yang disebabkan oleh kondisi lokasi yang masih banyak ditumbuhi oleh tanaman, sehingga bahan organik dari tumbuhan mati yang terurai menjadi makanan organisme benthik. Lokasi 1 merupakan habitat hidup dengan kondisi perairan yang dangkal dengan debit air kecil (berdasarkan visual). Lokasi 3 merupakan habitat yang diasumsikan memiliki nutrisi

yang banyak, karena lokasi tutupan lahannya berupa hutan dan tegalan, sehingga menghasilkan residu bahan organik baik ke sedimen maupun ke perairan untuk makanan bentos.

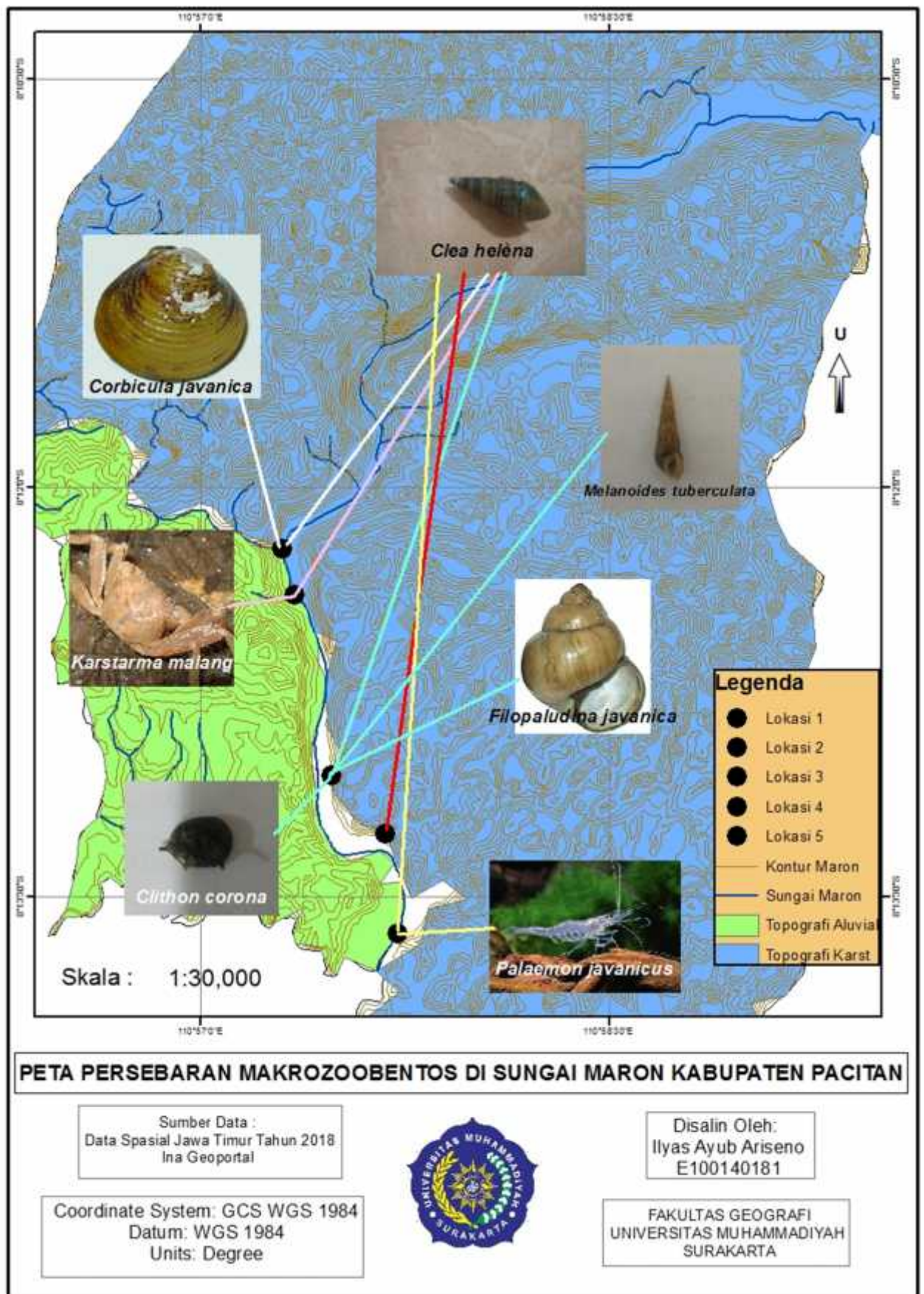
Lokasi 2 & 4 merupakan kawasan *lethal* (mematikan) bagi bentos disebabkan oleh adanya arus bawah air yang tinggi, sehingga menyebabkan adanya tabrakan substrat dengan bentos dan membuat bentos rusak. Lokasi 4 (*meander*) merupakan kawasan yang paling *lethal* bagi bentos. *Meander* memiliki cekungan dan cembungan yang mengakumulasi arus dan substras dari hulu, sehingga dapat terjadi tumbukan antara bentos & substrat (Blettler *et al.*, 2012) (Gambar 5.3). Maka dari itu, lokasi 4 merupakan kawasan yang paling sedikit ditemukan organisme bentik.

Lokasi 5 merupakan lokasi hilir dengan banyak sedimen yang terakumulasi dan lokasi tambak udang yang berkontribusi penambahan nutrisi sedimen dan perairan, namun memiliki arus bawah air yang deras (berdasarkan penilaian subjektif). Tekstur sedimen dari lokasi 1-4 yaitu pasir berlempung, sedangkan lokasi 5 yaitu lempung berpasir. Kondisi-kondisi tersebut menjelaskan makrozoobentos yang ditemukan (Pamuji dkk., 2015).

Kelas Bivalvia hanya ditemukan pada perairan dangkal (lokasi 1). Kerang suka habitat dengan aliran air konstan & substrat dasar berpasir kerikil/residu bahan organik, sehingga keragamannya lebih banyak di hulu daripada hilir (Meyer, 2010; Isnaningsih & Listiawan, 2010). Lokasi 1 (permukiman) memiliki air dangkal, sehingga aliran air konstan (secara visual), selain itu, substrat dasar perairannya juga berpasir kerikil. Bivalvia memang jarang dijumpai di perairan karst (Isnaningsih & Listiawan, 2010). Ini terlihat dari hanya ditemukan 1 saja Bivalvia dari seluruh lokasi. Namun Cleveland (1970) menyebutkan bahwa kerang lebih suka habitat perairan sadah. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh fisiko-kimia dan faktor biogeografis (misalkan iklim) (Rada & Puljas, 2010). Sungai Maron (Indonesia) memiliki iklim yang berbeda dengan Croatia, sehingga dimungkinkan penyebaran Bivalvia pun juga berbeda. Corbiculidae bersifat *filter feeder* yang mendapatkan makanan dengan cara menyaring air.

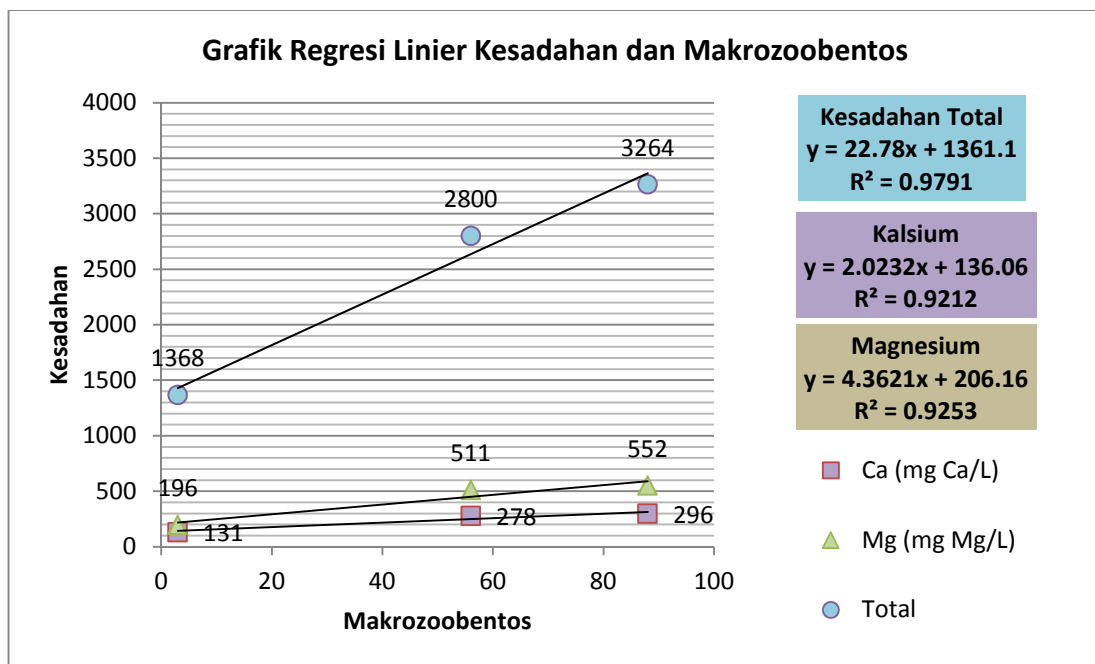
Jenis *Karstarma malang* merupakan organisme khas daerah karst ditemukan pada kriteria habitat lokasi 2. Lokasi 5 ditemukan jenis *Palaemon javanicus* yang erat-kaitan dengan adanya tambak udang. Keragaman krustasea berhubungan dengan tinggi-rendahnya suhu (Rada & Puljas, 2010). Suhu di lokasi 2 dan 5 sebesar 26°C, jenis *Karstarma malang* & *Palaemon javanicus* hanya ditemukan 1 ekor saja. Suhu optimal untuk aktivitas organisme umumnya adalah 25°C. Suhu dikatakan optimal untuk pertumbuhan *Karstarma malang* & *Palaemon javanicus*. Sedikitnya jumlah krustasea dapat diakibatkan oleh arus bawah air yang menyebabkan krustasea mengalami mobilitas dengan mudah (lokasi 2 & 5).





Gambar 4. Peta Persebaran Makrozoobentos di Sungai Maron

### 3.4 Hubungan Kesadahan dengan Biodiversitas Makroobentos



Gambar 3 Grafik Regresi Linier Kesadahan dan Makrozoobentos

Nilai  $R^2$  masing-masing kesadahan sementara sebesar 0.98 (kesadahan total), 0.93 (kesadahan Ca), dan 0.92 (kesadahan Mg) menunjukkan antara kedua parameter (biodiversitas dan tingkat kesadahan sementara) memiliki hubungan yang positif secara keseluruhan. Jadi, dapat dikatakan bahwa ada hubungan antara kadar kesadahan dan jumlah makrozoobentos. Hasil ini sesuai dengan Fachrul (2007), Rada & Puljas, 2010, dan Reid *et al.* (2012), yang melaporkan bahwa terdapat hubungan antara faktor fisiko-kimia (kesadahan) dengan bentos. Effendi (2003) juga menyebutkan bahwa organisme bentik lebih menyukai air sadah daripada air lunak, sehingga dalam penelitian ini ditemukan adanya hubungan antara keduanya. Selain itu, berdasarkan nilai  $R^2$  unsur Mg memiliki pengaruh yang lebih besar pada makrozoobentos daripada unsur Ca, meskipun perbedaan nilai tidak begitu jauh ( $\pm 0.01$ ).

Kadar kesadahan tinggi sebenarnya disukai oleh organisme bentik, karena merupakan fondasi utama untuk pertumbuhan terutama untuk kelas gastropoda. Contohnya dari lokasi 3 yang termasuk aliran karst ditemukan spesies yang paling banyak, meskipun kadar kesadahan sangat tinggi. Pengaruh yang diberikan adalah positif untuk kesadahan (baik total, Kalsium, maupun Magnesium), karena kesadahan berguna untuk pertumbuhan bentos. Namun, faktor yang menyebabkan sedikitnya bentos diasumsikan oleh faktor arus aliran, bahan pencemar air, dan nutrisi dalam substrat sedimen. Selain itu, faktor lain yang terlibat adalah hidromorfologi, contohnya pada *meander* di lokasi 4.

Pola aliran dan kesadahan juga dapat berpengaruh terhadap kemampuan hidup bentos. Pola aliran sungai daerah penelitian terdapat *meander* yang mempengaruhi kelangsungan hidup bentos. Lapisan induk dan lubang gerusan di dasar *meander* merupakan wilayah yang mematikan bagi organisme benthik. Kondisi ini terjadi di lokasi 4 yang ditemukan sedikit organisme benthik. Arus sungai biasanya terkonsentrasi di bagian cekung *meander* yang menyebabkan pengikisan lapisan induk di dasar dan erosi berkelanjutan. Hal ini menyebabkan sedimen yang terbawa dari bagian hulu bertumbukan dengan pasir hasil erosi yang akan merusak organisme benthik dan bersifat mematikan (Bettler *et al.*, 2012). Penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Bettler *et al.* (2012) yang juga menemukan sedikit organisme benthik di bagian cekung *meander*.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Simpulan

1. Tingkat kesadahan sementara metode pengukuran kesadahan total mengalami *trend* naik dari lokasi 1-4 akibat adanya akumulasi kesadahan dari hulu, sedangkan lokasi 5 mengalami penurunan akibat adanya pertukaran ion logam air tawar dengan ion logam air laut. Fluktuasi kadar kesadahan Ca & Mg disebabkan oleh perubahan topografi yaitu karst & non-karst. Kadar Ca mendominasi pada topografi karst tepatnya pada lokasi 1 & 4. Kadar Mg mendominasi pada topografi non-karst/alluvial tepatnya pada lokasi 2, 3, & 5.
2. Makrozoobentos yang ditemukan di seluruh lokasi memiliki taksonomi dengan jenis *Clea helena*. Seluruh aliran didominasi oleh kelas gastropoda. Lokasi 1 memiliki organisme khas yaitu kelas bivalvia. Lokasi 2 memiliki organisme khas yaitu kelas malakostraka (*Karstarma malang sp.*). Lokasi 5 memiliki organisme khas yaitu kelas malakostraka (*Palaemon javanicus sp.*). Indeks Keaneekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) menunjukkan lokasi 1 & 4 tergolong tercemar berat, sedangkan lokasi 2, 3, & 5 tergolong tercemar sedang. Indeks Kemerataan ( $E$ ) secara keseluruhan tergolong tidak merata. Indeks Dominansi ( $D$ ) didominasi oleh *Clea helena*. *Clea helena* merupakan organisme yang dapat bertahan pada semua kondisi.
3. Kesadahan memiliki pengaruh positif terhadap biodiversitas makrozoobentos, karena kesadahan berguna untuk pertumbuhan bentos. Namun, faktor yang menyebabkan sedikitnya bentos diasumsikan oleh faktor arus aliran, bahan pencemar air, dan nutrisi dalam substrat sedimen. Selain itu, faktor lain yang terlibat adalah hidromorfologi

### 4.2 Saran

Penelitian ini masih menemukan sedikit jumlah makrozoobentos. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai profil makrozoobentos di DAS yang berbeda.

## PERSANTUNAN

Terima kasih kepada pembimbing, penguji, dan kolega yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blettler *et al.* (2012) Hydrodynamic and Morphologic Effects on The Benthic Invertebrate Ecology Along a Meander Bend of a Large River (Paraguay River, Argentina–Paraguay). *Ecological Engineering*. Vol. 44 pp: 233-243.
- Cleveland H. (1970) *Integrated Principles of Zoology*. USA: The Mosby Company.
- Effendi, Hefni (2003) *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fachrul, M.F. (2007) *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Hardy, Eddie (2012) Hardy's Internet Guide to Marine Gastropods (& Near Classes).  
[http://www.gastropods.com/Taxon\\_pages/Class\\_GASTROPODA.shtml](http://www.gastropods.com/Taxon_pages/Class_GASTROPODA.shtml). Diakses tanggal: 16 Desember 2018; pukul: 16:04.
- Isnainingsih, N.R. & Listiawan, D.A. (2010) Keong & Kerang dari Sungai-sungai di Kawasan Karst Gunung Kidul. *Zoo Indonesia*. Vol.20, No.1, pp. 1-10.
- Pamuji, dkk. (2015) Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Muara Sungai Betahlawang Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. Vol. 10, No.2, pp. 129-135.
- Panduan Biotilik: untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai “Selamatkan Sungai Kita Sekarang”*, (2013) Gresik: Ecoton.
- Potaznik A. & Szymczyk S. (2015) Magnesium and Calcium Concentrations In The Surface Water and Bottom Deposits Of A River-Lake System. *Journal of Elementology*: Vol. 20 No.3 pp. 677-692.
- Rada, B. & Puljas, S. (2010) Do Karst Rivers “Deserve” Their Own Biotic Index? A Ten Years Study on Macrozoobenthos in Croatia. *International Journal of Speleology*. Vol. 39, No.2, pp. 137-147.
- Reid *et al.* (2012) Water Quality and Benthic Macroinvertebrate Communities in Karst Landscape of North Island, New Zealand: Influences of Water Sources, Habitat Type and Anthropogenic Disturbances. *Journal of Marine and Freshwater Research*. Vol. 46, No. 2, pp. 263-277.
- SNI 06-6989.12-2004: *Air dan Air Limbah-Bagian 12: Cara Uji Kesadahan Total, Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) dengan Metode Titrimetri*, (2004) Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Sutikno & Suratman (2013) *Garis Besar Geomorfologi Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, terjemahan dari Verstappen, H.Th. (2000) *Outline of The Geomorphology of Indonesia*, Michigan: International Institute for Aerospace Survey and Earth Science.

World Register of Marine Species (WoRMS) (2010)  
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=587568>. Diakses tanggal: 16 Desember 2018; pukul: 16:04.